

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift  
11 DE 3049302 A 1

51 Int. Cl. 3:  
A01 C3/02  
C 02 F 3/34

21 Aktenzeichen:  
22 Anmeldetag:  
43 Offenlegungstag:

P 30 49 302.8-23  
29. 12. 80  
19. 8. 82

71 Anmelder:

Vsesojuznyj naučno-issledovatel'skij institut kompleknych problem mašinostroenija dlja životnovodstva i kormoproizvodstva; Vsesojuznyj naučno-issledovatel'skij institut biosinteza belkovych veščestv; Vsesojuznyj naučno-issledovatel'skij institut genetiki i selekcii mikroorganizmov (VNIIGENETIKA); Centralnaja eksperimentalno-issledovatel'skaja i konstruktorsko-technologičeskaja laboratorija chimizacii selskogo chozjaistva, Moskva, SU; Armjanskij naučno-issledovatel'skij institut mechanizacii i elektrofikacii selskogo chozjaistva, Erevan, SU

74 Vertreter:

Luyken, R., Dipl.-Phys., Pat.-Anw., 8000 München

72 Erfinder:

Vasilenko, Ivan F.; Šepovalov, Vyacheslav D.; Puzankov, Anatoly G.; Matelsky, Ivan Z.; Borodin, Viktor I.; Buštets, Pavel P.; Grigorian, Alfred N.; Bitrich, Konstantin I., Moskva, SU; Dibtsov, Vladimir P., Kalinigrad Moskovskaja oblast', SU; Aleksandrian, Karen V.; Markarian, Stepan E., Erevan, SU; Degtyarev, Evgeny V.; Solin, Albert F., Moskva, SU; Alekseev, Vyacheslav K., Chuvashskaya, SU; Lalov, Vitaly V., Puškino Moskovskaja oblast', SU; Šmuškin, Aleksandr A., Moskva, SU

56 Recherchenergebnis gem. § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG:

DE-AS	10 33 684
DE-OS	30 17 642
DE-OS	28 00 666
DE-OS	17 67 195
DD	1 08 064

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Verfahren zur Verwertung von Lebenstätigkeitsprodukten von Tieren und Anlage zur Ausführung desselben

DE 3049302 A 1

DE 3049302 A 1

Vsesojuzny Nauchno-Issledovatel'sky Inst. Kompleksnykh....  
und 4 weitere Mitanmelder

P 79 892 - X - 61

29. Dec. 1960

VERFAHREN ZUR VERWERTUNG VON LEBENSTÄTIGKEITSPRODUK-  
TEN VON TIEREN UND ANLAGE ZUR AUSFÜHRUNG DESSELBEN

PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur Verwertung von Lebenstätigkeitsproduk-  
ten von Tieren, das in der anaeroben Vergärung von Stall-  
mist, die unter ständigem Umrühren erfolgt, in der Trennung  
der vergärten Masse in flüssige und feste Fraktionen, die  
als Düngung verwendet werden, sowie in der Biogasentwicklung  
besteht, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass  
der Stallmist vor der anaeroben Vergärung einer Dekompressions-  
behandlung unterzogen und die anaerobe Vergärung mit gesteu-  
ter Unterdruckerzeugung geführt wird, während das dabei ent-  
stehende Biogas und andere Stickstoff- und Kohlenstoff ent-  
haltende Komponenten nach deren Austritt aus den ausgestosse-  
nen Luftmassen der Tierhaltungsräume und aus der flüssigen  
Mistfraktion als trophische Elemente des Kulturmediums im  
aeroben Prozess verwendet werden, bei dem sie einer Verar-  
beitung mittels prototropher Bakterien unterzogen werden, und

die Biomasse dieser letzteren<wird>desintegriert und als Futter verwendet<sup>< ></sup>, wobei das nach der Verarbeitung mittels der prototrophen Bakterien abgehende Gasgemisch als Energieträger im System der anaeroben Vergärung verwendet wird, während die vergärte Masse vor der Trennung in Fraktionen durch eine mineral-organische Suspension ausgefällt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass die Dekompressionsbehandlung des Stallmistes durch dessen Sättigung mit Gas unter einem Druck von 50 bis 120 kp/cm<sup>2</sup> mit nachfolgender Druckabnahme bis auf 0 bis 1200 mm WS durchgeführt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass zur Sättigung der Mistmasse Biogas verwendet wird, das während der anaeroben Stallmistverarbeitung entwickelt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass der Unterdruck in der Gärungskammer /5/ im Bereich von 0 bis -1200 mm WS aufrecht erhalten wird und jeder Umrührzyklus von dem Augenblick an einsetzt, da ein Unterdruck von -100 bis -900 mm WS erreicht ist.

5. Verfahren nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass die prototrophen Bakterien, die im aeroben Prozess verwendet werden, obligat oder fakultativ<sup>aus</sup> Mikroorganismen folgender Arten bestehen:

Methilococcus capsulatus

Methilosinus trichosporium

Methilosinus sporium.

6. Verfahren nach Anspruch 1, d a d u r c h g e-  
k e n n z e i c h n e t, dass der aerobe Prozess der Biomass-  
senherstellung unter einem Überdruck des Gasgemisches ge-  
führt wird, wobei aufrechterhalten werden:

Temperatur des Kulturmediums	30 - 45°C
Azidität	5,5 - 70
Druck des sauerstoffenthaltenden Gases	1,1 - 40 kp/cm <sup>2</sup> (at a)
Kohlensäuregehalt	bis 30%.

7. Verfahren nach Anspruch 1, d a d u r c h g e-  
k e n n z e i c h n e t, dass zur Ausfällung der vergärten  
Masse eine Suspension folgender Zusammensetzung verwendet  
wird:

Monoammoniumphosphat /NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> /	5 - 15%
Kalziumchlorid /CaCl <sub>2</sub> /	5 - 15%
Lösungsmittel (flüssige Mistfraktion)	Rest,

wobei die Vermischung der Suspension mit der auszufällenden  
Masse bei einem Volumenverhältnis von 1:1 oder 2:2 durchge-  
führt wird.

8. Anlage zur Ausführung des Verfahrens nach Anspruch  
1, die einen anaeroben mikrobiologischen Reaktor enthält,  
der einen Gärungs- und einen Speicherungsbehälter enthält,  
die mit einem Erwärmungssystem sowie mit Einrichtungen zur  
Zuführung von Stallmist und Entnahme der vergärten Masse  
ausgestattet sind, die letztere <von denen> mit einem Mittel

zur Trennung der vergärten Masse in feste und flüssige Fraktionen verbunden ist, während der Speicherungsbehälter Mittel zur Entnahme und Reinigung von Biogas besitzt, dadurch gekennzeichnet, dass der Speicherungsbehälter /9/ über ein Mittel /10/ zur Biogasentnahme und eine Reinigungseinheit /12/ mit einem aeroben mikrobiologischen Reaktor /13/ verbunden ist, der einen Biomassendesintegrator /25/, einen Konzentrator /24/, eine Rohrleitung /26/ zur Ableitung des abgearbeiteten Biogases in ein System /6/ zur Erwärmung des Gärungsbehälters /5/ besitzt, während der anaerobe mikrobiologische Reaktor /4/ eine Einrichtung /11/ zur automatischen Regelung und Kontrolle der Intensität des Gärungsprozesses enthält.

9. Anlage nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Einrichtung /11/ zur automatischen Regelung und Kontrolle der Intensität des Gärungsprozesses ein Mittel /49/ zur Aufrechterhaltung eines vorgegebenen Unterdrucks im Speicherungsbehälter /9/ und einen Zähler /65/ der Biogasmenge besitzt, die während der Aufrechterhaltung der vorgegebenen Intensität zusammenwirken.

10. Anlage nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Mittel /49/ zur Aufrechterhaltung des vorgegebenen Unterdrucks in Gestalt einer Balgpumpe ausgeführt ist, die aus einer Kraftkammer /51/, einem Balg /50/, einem Taktgenerator /57/, einem Druck-

steller /63/, einem pneumatischen Vergleichselement /62/ und aus Druckluftventilen /53, 54, 55, 56, 61/ besteht, von denen zwei mit dem Balg /50/, dem Speicherungsbehälter /9/ und dem Gasbehälter /64/ <sup>und</sup> <sup>die</sup> anderen mit der Kraftkammer /51/, dem Drucksteller /52/ und dem pneumatischen Vergleichselement /62/ verbunden sind, dessen einer Eingang <sup>und</sup> an den Balg /50/ dessen anderer Eingang an den Drucksteller /63/ angeschlossen ist, wobei der Biogasmengenzähler /65/ mit dem Taktgenerator /57/ verbunden ist, der mit den Druckluftventilen /53, 54, 55, 56, 61/ gekoppelt ist.

11. Anlage nach Anspruch 8, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass das Mittel /1, 7/ zur Stallmistzuführung und Entnahme der vergärten Masse mindestens drei miteinander nicht in Verbindung stehende Druckluftkammern mit <sup><></sup> in ihnen einmontierten <sup><</sup> einem <sup>></sup> Eingangsabschnitt /31/, einem Zwischenabschnitt /32/ und einem Ausgangsabschnitt /33/ einer elastischen Materialleitung, die mittels Stutzen /36/ verbunden sind, sowie einen pneumatischen Impulserzeuger /37/ besitzt, dessen Ausgang mit der Kammer des Ausgangsabschnitts /33/ unmittelbar, mit den Kammern des Eingangsabschnitts /31/ und des Zwischenabschnitts /32/ aber über Zeitverzögerungselemente /34/ und /35/ verbunden ist.

3049302

-6-

P 79 892 - X - 61

29.12.1979

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Verarbeitung von Viehhaltungsabfällen wie Stallmist, Pflanzenresten und deren Gemischen sowie eine Anlage zur Ausführung desselben.

Das erfindungsgemäße Verfahren kann auf dem Gebiet der Verarbeitung von organischen Abfällen der landwirtschaftlichen Produktion, vorzugsweise in Viehhaltungskomplexen und Tierzuchtfarmen sowie in anderen künstlichen ökologischen Systemen mit geschlossenem Biokonversionszyklus von Nährstoffen und Energie verwendet werden.

In der Praxis besteht eine Reihe von technologischen Prozessen, die mit der Verarbeitung von organischen Abfällen zusammenhängen. Dazu gehören solche Prozesse wie Mistkompostierung, aerobe mikrobiologische Verarbeitung, Anwendung von Mistabflüssen zur Berieselung von Feldern, Methangärung, Verarbeitung durch Fliegenmaden, Anwendung für Düngungs- und oder Futterzwecke nach spezieller biochemischer Behandlung u.ä.

Zu den Hauptforderungen, die an diese Prozesse unter Produktionsbedingungen gestellt werden, gehören <sup>die</sup> Erzeugungsmöglichkeit von Verarbeitungsprodukten (Düngemitteln bzw. Futterstoffen) mit der erforderlichen Qualität unter minimalen Verlusten der Düngungseigenschaften des Stallmistes minimalem Aufwand an Zeit und Finanzmitteln je Endprodukteinheit.

Die Qualität der erzeugten Verarbeitungsprodukte ist durch Erhaltungsgrad jenes Düngungs- bzw. Eiweisspotentials, das im Ausgangsmist enthalten ist, sowie durch Vollkommenheit der Umwandlung der in ihm enthaltenden Nährstoffe in das Futterprodukt (pflanzliche, mikrobielle oder eine andere eiweissenthaltende Biomasse) gekennzeichnet.

Zur Erzielung der maximalen Höhe dieses Kennwertes bei der erforderlichen Prozessgeschwindigkeit müssen vor allem Verluste an Stickstoff und organischen Stoffen minimiert werden, die bei deren ungesteuerter Zersetzung unvermeidlich sind, die von intensiver Zerstreuung flüchtiger Zersetzungsstoffe des organischen Stoffes in Gestalt von stickstoff- und kohlenstoffenthaltenden Gasen begleitet sind, wobei eine rasche und ausreichend wirtschaftliche Umwandlung der organischen Mistmasse ins Futter gewährleistet werden muss.

Die bekannten Verfahren zur Verarbeitung von Lebens-  
tätigkeitsprodukten von Tieren besitzen unterschiedliche  
maximal erreichbare Geschwindigkeit und Wirtschaftlichkeit,  
und die gewonnenen Produkte entsprechen den sanitär-zootech-  
nischen Anforderungen in verschiedenem Masse. Jedoch genügt  
keines von ihnen bis zum heutigen Tage voll den Anforderun-  
gen einer intensiven Tierzucht, Wirtschaft und des Natur-  
schutzes. Daher bleiben Stallmist und Mistabflüsse immer  
noch eine Hauptquelle von Verunreinigung <sup>des Bodens</sup> sowie des Luft-  
und Wasserbeckens in der Standortzone von grösseren Vieh-  
haltungskomplexen und Tierzuchtfarmen.



Das Fehlen von annehmbaren technologischen Lösungen auf dem Gebiet der Mistverarbeitung behindert die Entwicklung der Viehwirtschaft auf industrieller Basis und gestattet es nicht, die Produktion von tierischen Erzeugnissen gemäss den modernen Anforderungen der Wirtschaft, Zoohygiene und des Umweltschutzes zu intensivieren.

Konkrete Vor- und Nachteile der bekannten Verfahren sind am Beispiel moderner Verarbeitungstechnologien von Viehhaltungsabfällen sichtbar, die in grösseren Viehhaltungskomplexen und Tierzuchtfarmen Anwendung finden.

Ein Hauptverfahren zur Verarbeitung des flüssigen Stallmistes ist dessen Anwendung als organisches Düngemittel. Hierbei war die am meisten verbreitete Operation bei dessen Vorbereitung zum Einbringen in den Boden bis vor kurzer Zeit dessen Lagerung in einem Lagunensystem und nachfolgende Einbringung in den Boden durch Beregnung oder Berieselung. Die Lagunen sind meist als offene Absetzteiche ausgeführt, in denen biologische Zersetzung eines Teils des flüssigen Stallmistes oder der Mistabfälle unter Gewinnung von organischem Düngemittel stattfindet, die zur <sup>n</sup>Düngung geeignet ist.

In diesen Lagunen verbleibt der flüssige Stallmist eine recht lange Zeit (etwa 100 Tage), wird mit Hilfe von festen oder schwimmenden Turbinen durchgelüftet, und die feste Mistfraktion, die sich am Lagunenboden absetzt, wird einmal in 2 oder 3 Jahren fortgereinigt. Dieses einfache, aber extensive Mistverarbeitungsverfahren zeichnet sich durch hohe Verluste

an Nährstoffen aus. Die Verluste an Ammoniumstickstoff erreichen in einer normalen aeroben Lagune 90% von dessen Ausgangsgehalt.

Da die aerobe Fermentation bereits bei einer Temperatur von +18° aufhört, werden die Lagunen in der Winterszeit zu einfachen Speichern von Mistabflüssen. Die Lagunen sind auch in sanitär-hygienischer Hinsicht unbefriedigend infolge des Fortbestehens von Salmonellen in ihnen bei der erwähnten Temperatur während der gesamten Speicherdauer.

Das Lagunenverfahren wird mitunter mit der Behandlung in einem System von Oxidationsgräben kombiniert. In den Oxidationsgräben, die sich unter den Schlitzböden von Viehhaltungsräumen befinden, sind Aeratoren, d. h. rotierende Läufer mit Schaufeln angeordnet, die die Mistmasse umrühren, mit Sauerstoff sättigen und durch einen Kanal befördern. Die aerobe Zersetzung geht bei diesem Verfahren auch in der Winterperiode vor sich, wenn auch die Prozessgeschwindigkeit gering ist, <sup>wobei</sup> das System von Oxidationsgräben hohe Kapitaleinlagen erfordert und zu hohen Verlusten an Nährstoffen aus dem Stallmist führt. Zu den Betriebsnachteilen dieses Verfahrens gehören rascher Verschleiss der Aerationseinrichtungen und starke Schaumbildung, wobei der Schaum mitunter in den Viehhaltungsraum gelangen kann. Da unter diesen Bedingungen bekanntlich keine sicheren Methoden zur Kontrolle der Schaumbildung bestehen, ist der erwähnte Nachteil schwerwiegend und problemvoll. Schliesslich muss noch gesagt werden, dass bei der für die entwickelten Länder charakteristischen Bevölke-

rungsdichte zum erheblichen Nachteil aller Abarten des Lagunenverfahrens der Stallungverarbeitung die Verunreinigungsgefahr von Grundwasser, insbesondere bei leichten Böden, starke Geruchsentwicklung im Frühling <sup>und</sup> unvermeidliche Beanspruchung von grösseren Bodenflächen gehören.

Anderen Verfahren zur Stallungverarbeitung, die die Anwendung des Stallungs ausschliesslich zu Düngungszwecken vorsehen, liegt dessen Trennung in feste und flüssige Fraktion zugrunde. Der an Nährstoffen reichste Festteil wird gemietet, dann getrocknet bzw. kompostiert, wonach er in den Boden eingebracht wird.

Insgesamt gestattet <sup>es</sup> die Trennung in Fraktionen, Abmessungen und Leistung der Ausrüstungen herabzusetzen, die Dauer der Nachverarbeitung der flüssigen Phase zu verringern und sie in einem Umlaufzyklus zu verwenden, wobei der gesamte Wasserbedarf reduziert wird. Jedoch besitzt diese Technologie bisher nur beschränkte Verbreitung, da sie erhebliche Bodenflächen zur Gewährleistung der gefahrenfreien Anwendung von grösseren Mengen von flüssigem Stallmist durch dessen unmittelbare Einbringung in den Boden voraussetzt.

Ausserdem übersteigen, wie die vorliegenden Ergebnisse agrochemischer Untersuchungen bestätigen, die Verluste an Stickstoff und organischen Stoffen während der biothermischen Behandlung bei der Kompostierung in den meisten Fällen 30% von deren Gehalt in der festen Fraktion, d. h. sie sind gross

Die Stickstoffverluste bei der unmittelbaren Einbrin-

gung der flüssigen Stalldungphase in den Boden erreichen 95% von dessen Ausgangsgehalt.

In den letzten Jahren fand das Verfahren der aeroben Stalldungsverarbeitung zur Düngung in oberirdischen Turmspeichern Verbreitung. Hierbei wird zum Unterschied vom Lagunenverfahren der flüssige Stallmist aus dem Viehhaltungsraum nicht gleich in einen Speicher befördert. Zunächst gelangt er in einen oder mehrere Behälter, die mit Aeratoren versehen sind, wo er 7 - 10 Tage verbleibt. Unter Aerationbedingungen zersetzen die Mikroorganismen intensiv organische Stoffe und erhöhen die Temperatur bis auf 42-65°C. Dadurch wird die Desinfizierung des Gemisches erreicht, wonach der flüssige Stallmist in den Speicher befördert wird.

Die Transportierung des Stalldungs ins Feld und das Einbringen in den Boden erfolgen mit Hilfe von grossen Tankzystemen, die mit Pumpen und Vorrichtungen zur Einbringung des Stalldungs unter dem Boden ausgestattet sind. Dieses Verfahren gestattet, die Behandlungszeit des Stalldungs bis auf 7 Tage zu verkürzen, d. h. es ist das intensivste von allen beschriebenen Verfahren. Jedoch bleiben auch die Verluste an Nährstoffen aus dem Stallmist dabei hoch (der Ammoniumstickstoff geht bereits in der Aerationsstufe fast völlig verloren), und die organischen Stoffe gehen infolge der biothermischen Zersetzung um 50 - 55% verloren. Am wirtschaftlichsten im Sinne der Erhaltung des Düngungspotentials des Stalldungs sowie der Gewährleistung eines bestimmten Ent-

seuchungsgrads desselben ist das Verfahren der anaeroben Vergärung (Methanvergärung) des Stallmists in geschlossenen Behältern.

In den bestehenden Faulbehältern wird der Stallmist 25-28 Tage lang bei einer Temperatur von 56°C gehalten, wonach er ins Feld transportiert oder in einen Speicher befördert wird.

Ein Nachteil dieses Prozesses ist seine hohe Energieintensität, die mit der erforderlichen Aufrechterhaltung des thermophilen Betriebszustands im Reaktor verbunden ist, was bei der erwähnten Gärungsexposition zu beträchtliche Energieaufwand führt oder zum Verbrauch des grösseren Teils des entwickelten methanenthaltenden Gases zur Erwärmung des Faulbehälters zwingt. Dadurch erreichen die Verluste an organischen Stoffen unter fast vollkommener Erhaltung des Ammoniakstickstoffs in Form des verbrannten Biogases 30-40%.

Allerdings erfordert das betrachtete Verfahren zur Realisierung desselben hohe Anfangskapitalanlagen und ist daher bei niedrigen Geschwindigkeiten der anaeroben Verarbeitung in der Regel unrentabel.

Eine weitere Gruppe von Verwertungstechnologien für Viehhaltungsabfälle setzt deren Verarbeitung unter Gewinnung von nicht nur organischen Düngern, sondern auch von Futtermitteln voraus. Die direkte Verarbeitung des Stallmists zu Futter unter Ausschluss des Pflanzenzuchtstadiums ermöglicht es, den traditionellen Zyklus der Biokonversion von Nährstoffen (der unter natürlichen Bedingungen 2-3 Jahre beträgt) erheblich zu verkürzen, wobei deren Rückführung in das Futter im Laufe von einigen Tagen gewährleistet wird.

Kraft der biologischen Besonderheiten des Verdauungstraktes der Tiere gelangen in das Futter bis zu 40% des Eiweisses aus der Futterration, wobei im Stallmist der Rinder beispielsweise das sogenannte "Einzellen"eiweiss aus den Mikroorganismen des Pansens enthalten ist, das Aminosäure, d. h. ein wertvolleres Eiweiss als das pflanzliche Protein des Futters enthält.

Deshalb ist eine Reihe von Verarbeitungsverfahren auf die Gewinnung der Eiweisskomponente unmittelbar aus dem Stalldung zur Verwendung in der Futterration der Tiere orientiert. Nach der Art der den erwähnten Stalldungsverarbeitungsverfahren zugrunde liegenden Prozesse lassen sie sich in wärmephysikalische, wärmechemische und biochemische mit biochemischer Ein- bzw. Mehrstufenfiltration der schädlichen Stoffe einteilen. Die bekannteste Technologie, die das wärmephysikalische Verfahren der Gewinnung der unverdauten Eiweisse aus dem Stalldung realisiert, ist der sogenannte "Cereco-Prozess".

Das Grundprinzip dieses Verfahrens besteht in folgendem: der auf der Farm anfallende Stallmist wird mit Wasser bis zu 80% Feuchtigkeit verdünnt und nach Passieren von drei Separatoren in drei Fraktionen getrennt. Die faserige Fraktion ( $C_1$ -Produkt - unverdaute pflanzliche Reste) wird siliert und den in Mast stehenden Bullenkälbern als Futter vorgelegt. Die flüssige Fraktion wird eingedampft, getrocknet und granuliert. Das auf diese Weise gewonnene Produkt

(C<sub>2</sub>) enthält bis zu 30% Eiweiss, 4% Fette, 25% Asche und wird in granulierter Form den Schweinen und Hühnern verfüttert.

Die bei der Trennung anfallenden Aschereste und von den Tieren nicht aufgenommenen Futterelemente werden als Dung (C<sub>3</sub>-Produkt) verwendet. Der Prozess ermöglicht industriemässige Gewinnung in relativ kurzer Zeit (bis zu 6 Tagen) aus dem Stalldung von unverdauten Nährstoffen bei hohem Sterilisationsgrad des Produktes, relativ niedrigem Energieaufwand und mässigem Verunreinigungsgrad der Umgebung. Jedoch haben bisher in keinem einzigen Land die medizinischen Kontrollorgane ihr Erlaubnis zur allgemeinen Anwendung der auf diese Weise gewonnenen Produkte als Futter gegeben. Dies erklärt sich dadurch, dass schädliche Stoffe (Mykotoxine, Schwermetalle, Pestizide u.ä.) bei diesem Verarbeitungsverfahren aus dem Futterzyklus nicht vollkommen abgeleitet werden und sich im Organismen des Tieres speichern. In der Folge führt dies nach 3-5 Rezirkulationen zur Erkrankung der Tiere (Leberzirrhose) und beeinträchtigt demgemäss die Verbrauchseigenschaften der Produkte.

Ausserdem fehlt im als Dung angewendeten C<sub>3</sub>-Produkt organischer Stoff fast vollkommen, weshalb das Düngungspotential des Stallmistes für den Feldbau fast vollständig verlorenght.

Als Beispiel des thermochemischen Verfahrens zur Gewinnung von Futtern aus dem Stallmist dient der sogenannte "Wittingham-Prozess". Nach dieser Technologie wird der von

der offenen Mastfläche gesammelte Stallmist mit Wasser bis zu 85% Feuchtigkeit verdünnt. Nach Passieren eines Absetzaerators, wo schwere Niederschläge (Sand u.ä.) abgetrennt werden, werden die Mistabflüsse in einer Zentrifuge getrennt, wobei der Hauptteil der Nährstoffe (insbesondere der Eiweisse und Fette) in der flüssigen Fraktion verbleibt, die darauf mit Eisenchlorid behandelt wird, wodurch ein flockenartiger Niederschlag ausfällt. Der erzeugte Niederschlag wird herausgelöst, getrocknet und zu Granalien verarbeitet, die von 30 bis 50% Roheiweiss enthalten. Die feste Mistfraktion wird mit Alkali hydrolisiert, wodurch ein Produkt erzeugt wird, das energiemässig der Melasse entspricht.

Zu den Vorteilen dieses Verfahrens gehört ausser denen des thermophysikalischen Verarbeitungsverfahrens die Möglichkeit der beschleunigten Einbeziehung (in den Futterzyklus der Tiere) ausser von unverdauten Stoffen zusätzlich auch einiger Mineralelemente aus dem Stalldung < > .

Aufgrund derselben Nachteile wie beim thermophysikalischen Verarbeitungsverfahren ("Cereco-Prozess") hat der thermochemische "Wittingham-Prozess" keine Verbreitung gefunden.

Ein Beispiel der biochemischen Einstufenfiltration des Stallmistes bei dessen Verarbeitung zu Futter ist der "Belami-Prozess", ein technologischer Prozess zur Gewinnung der Biomasse von thermophilen Bakterien auf dem Stalldungsubstrat.



Das Prinzip dieser Technologie besteht in der aeroben Zersetzung des chemisch behandelten Stalldungzellstoffs sowie löslicher Nährstoffe mit speziellen Bakterien, die imstande sind, Zellulose und Lignin zu spalten. Der Prozess erfolgt in einer sukzessiv aufgebauten Reihe von Fermentatoren, denen zur Intensivierung des Prozesses Sauerstoff zugeführt und in denen konstante optimale Temperatur aufrechterhalten wird.

Die gewonnene Biomassensuspension wird gesammelt, abgefiltert und bis zur Konsistenz eines weichen Pulvers getrocknet.

Das Produkt enthält bis zu 55% Rohprotein; das Verfahren ermöglicht die Verarbeitung von über 95% der Ausgangsmistmenge.

Die Anwendung der Stallungsverarbeitungsverfahren mit der Einstufenfiltration schädlicher Stoffe gestattet, eine hohe Ausbeute von eiweissenthaltenden Produkten aus dem Stalldung bei recht hohem Eiweissgehalt zu erzielen.

Jedoch enthält das bei der Einstufenverarbeitung des Stalldungs mittels Bakterien erzeugte Eiweissprodukt alle schädlichen Stoffe des Ausgangsstalldungs (Mykotoxine, Pestizide, Schwermetalle u.ä.), die im festen Rest des Kulturmediums (d. h. im Stalldung) vorhanden sind. Dazu ist auch der Verarbeitungsprozess mittels thermophiler Bakterien an sich sehr energieintensiv.

Die feinste biologische Filtration von schädlichen Stoffen bei der Verarbeitung des Stallmistes zu Futter ge-

währleisten biologische Mehrstufenprozesse wie traditioneller Feldbau, biologische Teiche, biologische Fischzuchtteiche u.ä..

Jedoch sind die bisher bekannten Prozesse der biologischen Reinigung praktisch unsteuerbar, erfordern grosse Flächen (Feld, Teiche, Lagunen), sind von Klima- und Witterungsbedingungen stark abhängig <sup>und</sup> können eine Verunreinigungsquelle der Umgebung und der Grundwasser darstellen. Um ein Vielfaches wird die Dauer des Prozesses erhöht, die zur Erzeugung der Eiweissproduktion erforderlich ist (im Feldbau erfolgt die Ernte in der Regel einmal im Jahr, die Fischzucht dauert einige Monate). Somit sind die modernen Prozesse der biologischen Mehrstufenfiltration zur Anwendung derselben in Systemen intensiver Tierzucht denkbar ungeeignet.

Ausser den vorstehend beschriebenen Technologien sind Versuche bekannt, Eiweissfutter unter Benutzung von Stallungsverarbeitungsprodukten zu erzeugen, die bei der Stallungsverarbeitung nach allgemein verwendeten Technologien der aeroben Reinigung gewonnen werden, die nicht speziell auf die Erzeugung von Futter aus dem Stallmist orientiert sind.

Bekanntlich werden infolge der aeroben mikrobiologischen Mistverarbeitung die Nährstoffe desselben in das Eiweiss von Einzellenbakterien und Infusorien umgewandelt, die beim Absterben auf dem Boden des Faulbehälters in Ge-

stalt des sogenannten Belebtschlammes ausfallen. Untersuchungen haben ergeben, dass der Belebtschlamm über 42% Protein enthält. Die Konzentration der Trockensubstanz im Belebtschlamm übersteigt nicht 6%. Die Verarbeitungstechnologien des Belebtschlammes in Eiweissfutterzusätze sehen dessen Konzentrierung, Zerkleinerung, Wärmesterilisierung und nachfolgende Trocknung vor.

Die Anwendung dieses Verfahrens der Gewinnung von Eiweiss .. aus Stallmist gestattet, die Rentabilität solcher kostspieliger Reinigungsanlagen wie Faulbehälter einigermaßen zu erhöhen. Jedoch weist das Verfahren bedeutende Nachteile auf:

1. Da an Trockensubstanz im Ausgangsbelebtschlamm nicht mehr als 6% enthalten ist, sind zur Konzentrierung derselben komplizierte, energieintensive Ausrüstungen erforderlich;

2. Der Prozess der Wärmesterilisation muß in einer äusserst geringen Exposition (in der Grössenordnung von einigen Zehntelsekunden) bei gleichzeitig hoher Wärmeenergiekonzentration (der sogenannte "Wärmeschock") geführt werden, sonst zersetzen sich zusammen mit den Helmintheneiern und anderen pathogenen zu vernichtenden Mitteln auch Aminosäuren und Eiweisse der Einzeller, die den Belebtschlamm ausmachen, was dessen Futterwert erniedrigt. Die Ausrüstungen für diese Operationen sind gleichfalls recht kostspielig und unzuverlässig im Betrieb.

3. Das nach dieser Technologie gewonnene Produkt ist von schädlichen Stoffen des Ausgangsmists nicht frei.

Das Ziel der Erfindung ist die Beseitigung der erwähnten Nachteile.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Verwertung von Viehhaltungsabfällen durch deren zweistufige mikrobielle Verarbeitung zu schaffen, deren erste Stufe in Gestalt eines anaeroben Zersetzungsprozesses des organischen Stoffes unter Bildung von gasförmigen Ausscheidungen, die zweite Stufe aber in Gestalt eines aeroben Syntheseprozesses des Eiweisses unter Benutzung von gasförmigen Ausscheidungen, die auf der ersten Stufe entstanden waren, und von Abfällen des Viehhaltungsbetriebes als Nahrungselemente von eiweiss-synthesierenden Mikroorganismen der zweiten Stufe realisiert wird, was bei bestimmten Parametern dieser Prozesse einen höchsten Grad der Einbeziehung aller im Stallmist enthaltenen Nährstoffe in den Futterzyklus der landwirtschaftlichen Produktion gewährleistet, sowie eine Anlage zur Realisierung dieses Verfahrens zu schaffen, deren Ausführung durch einfache und zuverlässige Konstruktion gekennzeichnet ist und eine hohe Arbeitsleistung und Wirtschaftlichkeit gewährleistet.

Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, dass im Verfahren zur Verwertung von Lebenstätigkeitsprodukten von Tieren, das in der anaeroben Vergärung des Stallmistes, die unter ständigem Umrühren durchgeführt wird, in der Trennung der gegorenen Masse in flüssige und feste Fraktionen, die zur Düngung verwendet werden, und in der Entwicklung von Biogas besteht, erfindungsgemäss der Stallmist vor der anaeroben

Vergärung einer Dekompressionsbehandlung unterzogen, die anaerobe Vergärung unter gesteuerter Unterdruckerzeugung geführt wird und das dabei entwickelte Biogas und andere Stickstoff und Kohlenstoffenthaltende Komponenten nach deren Abtrennung aus den ausgestossenen Luftmassen der Viehhaltungsräume und aus der flüssigen Mistfraktion als trophische Elemente des Kulturmediums im aeroben Prozess verwendet werden, bei dem sie durch prototrophe Bakterien verarbeitet werden; die Biomasse dieser letzteren wird desintegriert und als Futter verwendet, wobei das nach der Verarbeitung durch prototrophe Bakterien abgehende Gasgemisch als Energieträger im System der anaeroben Vergärung verwendet wird, während die gegorene Masse vor der Trennung in Fraktionen mittels einer mineral-organischen Suspension ausgefällt wird.

Zur Verbesserung der Zerkleinerung und Dispergierung des Stallmistes sowie zur Beschleunigung der Einleitung des Prozesses der anaeroben Mistvergärung und zur nachfolgenden Intensivierung desselben wird die Dekompressionsbehandlung des Stallmistes zweckmässigerweise durch dessen Sättigen mit Gas unter einem Druck von 50-120 kp/cm<sup>2</sup> mit nachfolgendem Druckabfall auf 0<sup>bis</sup>/1200 mm WS durchgeführt.

Zur Vermeidung der Sättigung der Mistmasse, die der Dekompressionsbehandlung mit Sauerstoff unterzogen wird, der einen Hemmstoff des anaeroben Prozesses darstellt, kann als zur Sättigung der Mistmasse bestimmtes Gas ein Biogas verwendet werden.

Zur Beschleunigung der Ableitung der gasförmigen Metabolismusprodukte aus dem Kultivierungsmedium von Methanbakterien wird der Unterdruck in der Gärkammer zweckmässigerweise im Bereich von 0-1200 mm WS aufrechterhalten und die Masse zyklisch umgerührt, wobei ein jeder Zyklus von dem Moment an beginnt, da ein Unterdruck von 100-900 mm WS erreicht ist.

Zur Gewährleistung der Biosynthese von Eiweiss können im Prozess methanoxidierende Mikroorganismen vorzugsweise folgender Arten verwendet werden:

Methilococcus capsulatus;  
Methilosinus trichosporium;  
Methilosinus sporium.

Zur Erhöhung der Intensität des Prozesses der Eiweissbiosynthese wird der aerobe Prozess zweckmässigerweise bei Überdruck des Gasgemisches geführt und folgender Kultivierungsbetrieb aufrechterhalten:

Temperatur des Kulturmediums	30 - 45°C
Azidität /pH/	5,5 - 7,0
Druck des sauerstoffenthaltenden Gases	1,1-40 kp/cm <sup>2</sup> /at a/
Kohlensäuregehalt	bis 30%.

Zur Intensivierung des Prozesses der Trennung der gegorenen Masse in flüssige und feste Fraktionen sowie zur Bilanzierung der Zusammensetzung der gewonnenen festen organischen Düngung hinsichtlich der hauptsächlichen Düngungskomponenten (Stickstoff, Phosphor, Kalzium) kann als Fällungsmittel eine Suspension folgender Zusammensetzung verwendet

werden:

Monoammoniumphosphat  $/\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4/$  - 5 - 15%

Kalziumchlorid  $/\text{CaCl}_2/$  - 5 - 15%

Lösungsmittel (flüssige Mistfraktion)- der Rest,

wobei das Volumenverhältnis von Suspension und der auszufällenden Masse im Bereich von 1:1 bis 2:2 gewählt werden kann.

Die Aufgabe wird ferner dadurch gelöst, dass in einer Anlage zur Verwertung von Viehhaltungsabfällen, die einen anaeroben mikrobiologischen Reaktor enthält, der einen Gärungs- und einen Speicherungsbehälter einschliesst, die mit einem Erwärmungssystem sowie mit Vorrichtungen zur Zuführung von Stallmist und Entnahme der gegorenen Masse versehen sind, die letzte von denen mit einem Mittel zur Trennung der gegorenen Masse in feste und flüssige Fraktionen verbunden ist, während der Speicherungsbehälter Mittel zur Entnahme und Reinigung des Biogases besitzt, erfindungsgemäss der Speicherungsbehälter über das Mittel zur Biogasentnahme und eine Reinigungseinheit mit einem aeroben mikrobiologischen Reaktor verbunden ist, der einen Desintegrator der Biomasse, einen Konzentrator <sup>und</sup> eine Abführungsleitung des abgearbeiteten Biogases zum Erwärmungssystem des Gärungsbehälters besitzt, während der anaerobe mikrobiologische Reaktor eine Einrichtung zur automatischen Regelung und Kontrolle der Intensität des Gärungsprozesses besitzt.

Zweckmässig ist die Einrichtung zur automatischen Regelung und Kontrolle der Intensität des Gärungsprozesses

mit einem Mittel zur Aufrechterhaltung vorgegebenen Unterdrucks im Speicherungsbehälter und einem Zähler der Biogasmenge versehen, die während der Aufrechterhaltung der Gärungsintensität zusammenwirken.

Das Mittel zur Aufrechterhaltung des vorgegebenen Unterdrucks ist zweckmässigerweise in Gestalt einer Balgpumpe ausgeführt, die aus einer Kraftkammer, einem Balg, einem Taktgenerator, einem Drucksteller, einem pneumatischen Vergleichselement und aus Druckluftventilen besteht, zwei von denen mit dem Balg, dem Speicherungsbehälter und dem Gasbehälter <sup>und</sup> die übrigen mit der Kraftkammer, dem Drucksteller und dem pneumatischen Vergleichselement verbunden sind, dessen einer Eingang an den Balg <sup>und</sup> dessen anderer Eingang an den Drucksteller angeschlossen ist, wobei der Zähler der Biogasmenge mit dem mit den Druckluftventilen verbundenen Taktgenerator verbunden ist.

Zur Erhöhung der Arbeitszuverlässigkeit und einfachen konstruktiven Gestaltung bei gewährleisteter erforderlicher Genauigkeit der Mistdosierung bei der Mistzufuhr zum Reaktor ist das Mittel zur Mistzuführung und Entnahme der gegorenen Masse zweckmässigerweise in Gestalt von mindestens drei miteinander nicht in Verbindung stehenden Druckluftkammern mit <sup></></sup> in ihnen einmontierten ~~einem~~ Ein- und Ausgangsabschnitt einer elastischen Materialleitung ausgeführt, die mittels Stutzen verbunden sind, und mit einem pneumatischen Impulserzeuger versehen, dessen Ausgang mit



der Kammer des Eingangsabschnitts unmittelbar, mit den Kammern des Eingangs- und Zwischenabschnitts aber über Zeitverzögerungselemente in Verbindung gesetzt ist.

Das Grundprinzip der vorliegenden Erfindung besteht in folgendem.

Aufgrund durchgeführter Untersuchungen und theoretischer Begründungen der Ablaufgesetzmässigkeiten der Prozesse der mikrobiologischen Verarbeitung von organischen Substraten ist festgestellt worden, dass ihre Intensität von der Anfälligkeit des Substrats für die mikrobiologische Zersetzung (Homogenität, Fehlen konkurrierender Flora, niedrige Höhe des Oxidations- und Reduktionspotentials) sowie von den Zufuhrbedingungen von trophischen Elementen zum Kulturmedium und von den Entnahmebedingungen von Metabolismusprodukten aus demselben abhängig ist.

Es ist bekannt, dass in jedem Kubikzentimeter des zur Behandlung geleiteten Stallungs gegen 6 Mrd. verschiedene Mikroorganismen enthalten ist, unter denen neben den Methanbakterien, die für den Prozess der anaeroben Vergärung verantwortlich sind, ein bedeutender Teil von für den Prozess nutzlosen Mikroben enthalten ist, die mit der Arbeitspopulation um das gemeinsame Substrat wettkämpfen. Daraus ergibt sich eine wesentliche Verlangsamung des normalen Prozesses der Methanvergärung, die gegenüber dem kontrollierten (bei fehlendem Konkurrenzkampf) 2-3 Tage beträgt.

Der Einfluss der entgegenwirkenden Population auf das Beschleunigungstempo des Prozesses ist durch folgende

Gleichung charakterisiert, die die Veränderung der Grösse der Arbeitspopulation /y/ in der Zeit /t/ beschreibt:

$$(1/y) (dy/dt) = r - ky - pz \quad (1)$$

wo es bedeutet:

r, k und p - positive Konstanten, die den konkreten Wachstumsbedingungen der Population entsprechen, die im vorliegenden Medium existiert;

z - Grösse der konkurrierenden Population.

Aus der Gleichung (1) folgt, dass die Beseitigung der konkurrierenden Population (z=0) bei <sup>m</sup>übrigen gleichen Bedingungen das Anstiegstempo der Zahl von methanbildenden Bakterien und somit die Geschwindigkeit des eigentlichen Methanver<sup>g</sup>ärungsprozesses vergrössert.

Durch experimentelle Untersuchungen ist ferner festgestellt worden, dass die Durchführung einer Dekompressionsbehandlung des Materials, die Sterilisation desselben vor der Zuführung zum Kulturmedium gewährleistet, eine Verkürzung der Exposition des Methanvergärungsprozesses des Stallmistes mindestens um zwei Tage gewährleisten kann.

Es ist ferner festgestellt worden, dass die Geschwindigkeit des Prozesses der Zersetzung von organischen Abfällen nicht nur durch das Bestehen von wettkämpfenden Populationen von Mikroorganismen, sondern auch durch die Speicherung <sup>< ></sup> (im Kulturmedium) von Metabolismusprodukten begrenzt werden kann.

Zu diesen gehören hier vor allem Methan und Kohlensäure.

Theoretisch ist bewiesen worden, dass der Charakter des inhibierenden Einflusses von Metabolismusprodukten auf die Wachstumsgeschwindigkeit  $\mu$  der Arbeitspopulation durch folgende Beziehung bestimmt wird:

$$\mu = \frac{\mu_{max} \cdot k_p \cdot S}{(K_S + S)(K_P + P_E)} \quad (2)$$

worin bedeutet:

$P$  Konzentration der inhibierenden Metabolismusprodukte im Medium;

$K_P$  Konstante, die die Konzentration von Austauschprodukten bei  $\mu(P) = \frac{\mu_0}{2}$  charakterisiert;

$K_S$  Konstante, die die Substratkonzentration bei  $\mu(S) = \frac{\mu_0}{2}$  charakterisiert;

$S$  Konzentration des organischen Substratteils (Stallmist oder andere Abfälle).

Aus dieser Gleichung folgt, dass zur Erhöhung der Prozessintensität bei <sup>in</sup>übrigen gleichen Bedingungen der Ausdruck  $/K_P + P_E/$ , der im Nenner auf der rechten Seite steht, verringert, d. h. eine ständige Ableitung von Metabolismusprodukten aus dem Kulturmedium gewährleistet werden muss.

Durch Untersuchungen ist festgestellt worden, dass dies durch die Führung des Prozesses bei Unterdruck in einem Gasbehälter im Bereich von 100 bis 900 mm WS erzielt werden kann, wobei die gesamte gärende Masse volumenmässig umgeführt wird.

ORIGINAL INSPECTED

Da die gegorene Masse, die im Ergebnis der anaeroben mikrobiologischen Stallungsverarbeitung entsteht, eine stabile Kolloidlösung darstellt, wird sie zur nachfolgenden Trennung in feste und flüssige Fraktionen zweckmässigerweise ausgefällt.

Durchgeführten Untersuchungen haben festzustellen erlaubt, dass zu diesem Ziel am geeignetsten die Koagulation der gegorenen Masse durch Elektrolyte ist, die den Boden nicht verunreinigen, gut ausfällen und den Düngungswert des Stallmistes erhöhen. Zur Koagulation mittels Elektrolyten ist erforderlich, dass deren Konzentration einen bestimmten Wert (Koagulationsschwelle, mmol in g/l) nicht übersteigt<sup>f</sup> würde, der durch die folgende Beziehung gegeben ist:

$$\gamma = C \frac{D^3 (kT)^5}{A^2 \cdot e^6 \cdot Z^6} \quad (3)$$

worin bedeutet:

- C · Proportionalitätsfaktor;
- D Dielektrizitätskonstante des auszufällenden Mediums (40-80 für die gegorene Masse);
- k Boltzmannsche Konstante;
- e Elektronladung;
- T Temperatur °K;
- A Konstante der Van-der-Waalsschen Anziehung;
- Z Ladungsgrösse des dominierenden Ions.

Also stellt die Druckerhöhung im Kultivierungssystem eines der Verfahren zur Konzentrationssteigerung des Substrats ( $\text{CH}_4$ ,  $\text{O}_2$ ) in der Kulturflüssigkeit dar. Da die Prozessintensität von der Konzentration des Substrats ( $\text{CH}_4$ ,  $\text{O}_2$ ) abhängig ist, stellt die Druckerhöhung im Kultivierungssystem eines der effektiven Verfahren zur Steigerung der Prozessleistung dar.

Erfindungsgemäss soll das bei der anaeroben Stallmistvergärung entwickelte Biogas in der bakteriellen Biomasse im aeroben Prozess der intensiven Fermentation utilized werden.

Ausgehend vom Henry-Gesetz:  $P_a = Sx$ , wo S Henrysche Konstante,  $P_a$  - partielle Druckspannung über der Flüssigkeit und  $x$  die Konzentration des methanenthaltenden Gases ergibt sich: in der Flüssigkeit bedeutet, Die Konzentration der Trockensubstanzen im Kulturmedium und die Produktivität des Prozesses hängen praktisch linear von dem Druck ab, bei dem der Kultivierungsprozess vor sich geht. Mit Rücksicht darauf ist durch experimentelle Untersuchungen festgestellt worden, dass der aerobe Prozess der mikrobiologischen Oxidierung des Biogases zweckmässigerweise bei einem Druck der Gasphase im Fermentator von 1,1 bis 40  $\text{kp/cm}^2$  (atü) geführt wird.

Die erwähnten Hauptgesetzmässigkeiten /1/, /2/, /3/ sind einem Verfahren zur Verarbeitung von Lebenstätigkeitsprodukten von Tieren unter Gewinnung von organisch-mineralischen Düngern und Futtere weiss sowie Anlagen hoher Arbeitsleistung zur anaeroben Verarbeitung von organischen Abfällen

ORIGINAL INSPECTED

auf industrieller Basis zugrunde gelegt worden. Vorzugsweise wird zur Ausfällung der vergärten Masse eine Suspension verwendet, die aus 5-15% Monoammoniumphosphat, 5-15% Kalziumchlorid und Lösungsmittel besteht, als welches eine flüssige Mistfraktion verwendet wird, die in die auszufällende Masse unter einem Volumenverhältnis zu dieser von 1:1 bis 2:2 eingeführt wird.

Mit der Ausführung der erwähnten Operation schafft man ein wirtschaftliches Verfahren zur Verwertung von Viehhaltungsabfällen, das auf der Basis von gesteuerten mikrobiologischen Prozessen ausgeführt wird, die mit höherer Geschwindigkeit ablaufen und eine höhere Verwertungseffektivität von Lebensfähigkeitsabfällen von Tieren als die bekannten Verfahren gewährleisten.

Die Ausführung des Verfahrens ist in einer Anlage möglich, in der die erforderlichen Prozessparameter eingehalten sind. Der in der Praxis erzielte Umwandlungsfaktor von Lebenstätigkeitsprodukten von Tieren zu Futter, unter welchem das Verhältnis der Menge von Nährstoffen und deren Zersetzungsprodukten, die in den Lebenstätigkeitsabfällen von Tieren enthalten sind, zur Menge dieser Stoffe, die zu einem Futter umgewandelt sind, das allen zoosanitären Anforderungen genügt, verstanden wird, beträgt für Anlagen mit einem Rauminhalt der Arbeitskammer bis  $20 \text{ m}^3$  0,9.

Durchgeführte Experimente haben ergeben, dass bei der Anwendung des erfindungsgemässen Verfahrens zur Verwertung von Lebenstätigkeitsprodukten von Tieren die

Gewinnung von konzentrierten organisch-mineralischen Düngern ohne Verluste an Nährstoffen gewährleistet wird. Hierbei wird zugleich ein höherer Grad der Einbeziehung der in den Lebenstätigkeitsprodukten von Tieren enthaltenen Nährstoffe in den Futterzyklus der landwirtschaftlichen Produktion gewährleistet.

Die Umwandlung der Nährstoffe aus dem Stallung zu Futter durch dessen Verwendung im Feldbau geht sehr langsam vor sich (in 2-3 Jahren seit dem Augenblick des Einbringens des Stallungs in den Boden). Das erfindungsgemässe Verfahren ermöglicht, Eiweissfutter bereits nach 1-2 Tagen nach der Zuleitung des Stallungs zur Behandlung herzustellen.

Berechnet auf eine Tonne der absolut trockenen Mistsubstanz kann aus den Produkten der anaeroben Verarbeitung über 60 kg Eiweiss gewonnen werden. Dies bedeutet, dass aus dem Stallung einer Mastanlage für 10 000 Grossrinder etwa 600 t Eiweiss im Jahr (ungefähr 1,7 t Eiweiss pro Tag) ohne Qualitätseinbusse und Verringerung des Produktionsvolumens von organischen Düngemitteln erzeugt werden können.

Die durchgeführten Versuche zur Verfütterung<an Tiere>des aus der Biomasse von methanoxidierenden Bakterien gewonnenen Eiweiss- und Vitaminkonzentrat<sup><7></sup> haben keine negativen Folgen der Verfütterung dieses Produktes erbracht.

Der Anwendungseffekt des Eiweiss- und Vitaminkonzentrats mikrobiellen Ursprungs als Futterzusatz ist dem Effekt

der zielgleichen Anwendung von bekannten Eiweiss- und Vitaminzusätzen derselben Konzentration ähnlich.

Die erfindungsgemäss vorgeschlagene Technologie gestattet, im Viehhaltungsbetrieb einen beschleunigten Zyklus der Biokonversion von Futterstoffen parallel zum traditionellen Weg der Regeneration derselben im Feldbau auszuführen, was reale Möglichkeiten der Ausgestaltung von Viehhaltungskomplexen als abfallfreien Betrieben gewährleistet, die allen Anforderungen des Umweltschutzes entsprechen.

Zum besseren Verständnis des Grundgedankens der Erfindung sind Zeichnungen des technologischen Schemas des Verfahrens und der konkreten Ausführung der Einrichtungen gemäss der Erfindung beigefügt; es zeigt:

Fig. 1 technologisches Schema des Verfahrens zur Verwertung von Lebenstätigkeitsprodukten von Tieren;

Fig. 2 Schema der Einrichtung zur dosierten Mistzuführung;

Fig. 3 schematische Darstellung der Konstruktion der Einrichtung zur Dekompressionsbehandlung des Stallmistes;

Fig. 4 Schema der Einrichtung zur automatischen Regelung und Kontrolle der Intensität des Vergärungsprozesses des Stallmistes;

Fig. 5 Schema der technologischen Reihe zur Entwässerung der vergärten Mistmasse;

Fig. 6 Erläuterung der Ausfällungsintensität der vergärten Masse ohne Behandlung (Kurven 1, 2, 3) und bei



Behandlung der vergärten Masse durch eine N, P, Ca-enthaltende Suspension (Kurven 1, 2, 3).

Die in den Zeichnungen dargestellten Einrichtungen (Fig. 2, 3, 5, 6 und 7) gehören zur Konstruktion der Anlage (Fig. 1) zur Ausführung des erfindungsgemässen Verfahrens, die eine Einrichtung 1 zur dosierten Mistzuführung, einen Zerkleinerungshomogenisator 2, eine Einrichtung 3 zur Dekompressionsbehandlung, einen anaeroben mikrobiologischen Reaktor 4, der einen Gärungsbehälter 5 einschliesst, der mit einem Erwärmungssystem 6 <sup>und</sup> einer Einrichtung zur Entnahme 7 und zur Rezirkulierung 8 der vergärten Masse ausgestattet ist, sowie einen Speicherungsbehälter 9 enthält, der mit einem Mittel zur Entnahme des Biogases 10, einer Einrichtung 11 zur automatischen Regelung und Kontrolle der Intensität des Gärungsprozesses und einer Reinigungseinheit 12 ausgestattet ist. Die letztere ist mit einem aeroben mikrobiologischen Reaktor 13 verbunden, dessen Eingang über einen Konzentrator-Sterilisator 14 auch mit einem Ventilationssystem 15 eines Viehhaltungsraums 16 verbunden und mit einem Zuteiler 17 von Mineralkomponenten ausgestattet ist. Der Ausgang des anaeroben mikrobiologischen Reaktors 4 ist mit einem Trenner 18 der vergärten Masse in flüssige 19 und feste Fraktion 20 verbunden, der mit einer Einrichtung 21 zur Vorbereitung der Ausfällsuspension und einem System 22 zur Rezirkulierung der flüssigen Mistfraktion ausgestattet ist.

ORIGINAL INSPECTED

Der Ausgang des aeroben mikrobiologischen Reaktors 13 ( Verdicker ) ist mit einem Konzentrator 24 der Biomasse verbunden, und dieser letzterer ist mit einer Einrichtung 25 zur Desintegration derselben verbunden. Hierbei ist eine Rohrleitung 26 für Abgase des aeroben mikrobiologischen Reaktors 13 mit dem Erwärmungssystem 6 des anaeroben Reaktors 4 über eine Reinigungseinrichtung 27, eine Rohrleitung 28 zur Zuführung des Oxidationsmittels mit einer Quelle sauerstoffenthaltenden Gases verbunden, als welches Luft aus einem Verdichter 29 oder Sauerstoff aus einer Druckflasche 30 verwendet wird.

Das Schema der Einrichtung 1 zur dosierten Mistzuführung ist in Fig. 2 dargestellt.

Gemäss diesem Schema besteht die Einrichtung 1 aus einem abgedichteten Gehäuse, in dem Abschnitte der elastischen Materialleitung, und zwar ein Eingangsabschnitt 31, ein Zwischenabschnitt 32 und ein Endabschnitt 33 eingeschlossen sind, die beispielsweise aus Gummirohr bzw. Gummischlauch gefertigt sind. Das abgedichtete Gehäuse ist durch Membranen 36 mit Stützen in drei Druckluftkammern entsprechend den vorgenannten Abschnitten der Materialleitung unterteilt.

Diese Druckluftkammern sind über Verzögerungsleitungen 34 und 35 verbunden, die aus nach dem Wiederholungsschema geschalteten Relais und einer Drossel 37 mit einem Impulserzeuger 38 bestehen. Die variable Drossel 37 gewährleistet die Variierung der Folgefrequenz der Impulse .

Die Einrichtung 3 zusammen mit dem anaeroben mikrobiologischen Reaktor 4 ist schematisch in Fig. 3 dargestellt. Sie besteht aus einem Einlassventil 39, einer Dekompressionskammer 40, die mit einem Druckanzeiger 41 ausgestattet ist und einem Ablassventil 42, das mit einem Injektor 43 verbunden ist.

Hierbei wird eine Gasleitung 44 der Dekompressionskammer 40 mit Hilfe von Ventilen 45 und 46 mit einer Druckgasquelle 47 (im Augenblick des Anlassens der Anlage) oder mit einem Mittel 48 zur Gasverdichtung bei normalem Betrieb verbunden.

Die Einrichtung 11 zur automatischen Steuerung und Kontrolle der Intensität Stallmistvergärungsprozesses ist in Fig. 4 schematisch dargestellt und enthält: ein Mittel 49 zur Aufrechterhaltung vorgegebenen Unterdrucks im Speicherungsbehälter 9 durch zwangsweise Ableitung des während der Gärung entstehenden Biogases aus dem Speicherungsbehälter 9, das in Gestalt einer gesteuerten Balgpumpe ausgeführt ist, die aus einem Balg 50, einer Kraftkammer 51, einem Drucksteller 52, aus Druckluftventilen 53, 54, 55 und 56 sowie aus einem Impulserzeuger 57 mit einem Trigger 58 besteht; eine regelbare Drossel 59, einen Druckluftbehälter 60, ein Druckluftventil 61, ein Vergleichselement 62, dessen einer Eingang an einen Einsteller 63 maximalen Unterdrucks, dessen zweiter Eingang an einen Balg 50 angeschlossen ist, der über ein Ventil 55 mit einem Gasbehälter 64 ver-

bunden ist, während der Ausgang über das Druckluftventil 56 mit der Kraftkammer 51 verbunden ist; einen Zähler 65 für die Menge des abgeleiteten Biogases, der aus einem magnetisch gesteuerten Kontakt 66, einem elektropneumatischen Wandler 67 und einem Ziffernanzeiger 68 besteht.

Die Einrichtung zur Ausfällung der vergärten Masse ist in Fig. 5 schematisch dargestellt. Sie besteht aus einer Einheit 69 zur Vorbereitung der Ausfällsuspension mit einem Regler 70 der Suspensionszuführung, einer Einrichtung 22 zur Rezirkulierung der flüssigen Mistfraktion, einem Koagulator 71, der mit einem Umrührer 72 ausgestattet ist, einer Ausfällkammer 73, einem Granuliertrenner 74 und aus Dosiereinrichtungen 21 und 23.

Die vorstehend beschriebene Anlage und die zu ihr gehörenden Einrichtungen arbeiten auf die folgende Weise.

Der Stallmist wird aus dem Viehhaltungsraum 16 (Fig.1) mit Hilfe der Einrichtung 1 zur dosierten Mistzuführung (Fig. 1, 2) dem Zerkleinerungshomogenisator 2 zugeführt, wo er bis auf Teilchen mit einer Grösse zerkleinert wird, die 1-2 mm übersteigt, und dabei in eine homogene Masse umformt. Nach dem Zerkleinerungshomogenisator gelangt der Stallmist in die Einrichtung 3 zur Dekompressionsbehandlung, die zum Zerreißen der Hüllen von Mikroorganismen von konkurrierenden Gruppen und Helmintheneiern führt. Die biologisch aktiven Stoffe, die hierbei in die behandelte Mistmasse abgeschieden werden, beschleunigen den Prozess der Methanver-

gärung im Gärungsbehälter 5 des anaeroben Reaktors 4, in den der der Dekompressionsbehandlung unterzogene Stallmist <sup>u</sup> eingespritzt sowie ein aktiver Sauer eingeführt wird, der die Arbeitsassoziation von Methanbakterien enthält. Der Prozess wird bei einer Temperatur von 50-56°, einem pH = 6,5 - 7, bei einem Unterdruck im Speicherungsbehälter 9 geführt, der im Bereich von 0 bis -1200 mm WS aufrechterhalten wird.

Während der Methanvergärung im Gärungsbehälter 5 findet intensive Umwandlung organischer Stoffe statt, die mit dem Übergang flüchtiger (vorwiegend ammoniakalischen) Stickstoffformen in eine beim Einbringen und Speichern stabile Ammoniumform und der Entwicklung von Biogas begleitet wird, das zu 65% aus Methan ( $\text{CH}_4$ ) und zu 35% aus Kohlendioxid ( $\text{CO}_2$ ) besteht.

Die vergärte Masse wird mit Hilfe der Einrichtung 7 zur Entnahme derselben aus dem Gärungsbehälter 5 abgeleitet und dem Trenner 18 zugeführt, in den auch die Ausfällsuspension gelangt, die aus der flüssigen Mistfraktion 19 und einem Koagulanten besteht, als welcher einen Düngungswert besitzenden Mineralkomponenten verwendet werden, und zwar 5-15% Monoammoniumphosphat  $/\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4/$  und gleiche Menge Kalziumchlorid  $/\text{CaCl}_2/$ . Hierbei erfolgt das Vermischen der Ausfällsuspension mit der auszufällenden vergärten Masse bei deren Volumenverhältnis von 1:1 bis 2:2. Dadurch nimmt die Ausfällgeschwindigkeit gegenüber dem nat<sup>u</sup>rlichen Ab-

stehen um Dutzende von Malen zu und der Energieaufwand für die Abtrennung der festen Fraktion 20 entsprechend ab.

Das während der Stallmistvergärung entwickelte Biogas wird aus dem Speicherungsbehälter 9 mittels eines Biogasentnahmемittels 10 entnommen, das von der Einheit 11 gesteuert wird, die zur Konstruktion der Einrichtung zur Kontrolle und Steuerung des Methanvergärungsprozesses gehört (Fig. 1, 4).

Danach passiert das Biogas die Reinigungseinheit 12 und gelangt in den aeroben mikrobiologischen Reaktor 13, dem auch Wasser, Quellen von Stickstoff, Phosphor, Kalium, Magnesium und Mikroelementen (mit Hilfe des Zuteilers 17), sauerstoffenthaltendes Gas-Luft<sup>gemisch</sup> und/oder Sauerstoff aus der Druckflasche 28 oder vom Verdichter 29 sowie stickstoff- und kohlenstoffenthaltende Gase zugeführt werden, die in der Einrichtung 14 aus den Ventilationsabgängen des Viehhaltungsraums 16 adsorbiert worden sind.

Als Produzent von Eiweissstoffen wird eine gemischte Kultur von Mikroorganismen folgender Arten verwendet:

*Methilococcus capsulatus*;

*Methilosinus trichosporium*;

*Methilosinus sporium*.

Fakultative methilotrophische Organismen, die zur gemischten Kultur der Mikroorganismen gehören und imstande sind, die Methanhomologen zu assimilieren, gehören zu der Art *Flavobakterium gasotypicum*.

Der aerobe Kultivierungsprozess erfolgt bei einer Temperatur von 36-50°C, wobei <sup>der</sup> pH des Kulturmediums im Bereich von 4,0-6,0, die Konzentration des Ammoniakstickstoffs im Bereich von 50 - 150 mg/l <sup>und</sup> des Phosphors im Bereich von 50 - 100 mg/l aufrechterhalten wird.

Der Kultivierungsprozess wird bei einem Gasdruck geführt, der höher als der atmosphärische Druck ist und im Bereich von 1,1 - 40 kp/cm<sup>2</sup> liegt. Das rezirkulierte Gasgemisch wird durch eine Reinigungseinrichtung 27 geleitet, wo es vom Kohlendioxidüberschuss befreit wird, wobei der Kohlendioxidgehalt in konstanter Höhe aufrechterhalten wird. Die kontinuierliche Kultivierung der gemischten Kultur erfolgt bei einem Verdünnungskoeffizienten von 0,15 bis 0,25 h<sup>-1</sup>. Die Suspension von Mikroorganismen gelangt aus dem Stadium der Kultivierung im aeroben Reaktor 13 in die Einrichtung 24 zur Vorverdickung, wo eine Druckabnahme des Flusses erfolgt, wodurch die im Kulturmedium gelösten Gase aus der flüssigen Phase und teilweise aus den Mikroorganismen selber desorbiert werden. Hierbei findet infolge hoher Druckabnahmegeschwindigkeit das Zerreißen der Hüllen eines Teils der zu kultivierenden Bakterien statt. Als Folge davon gehen die im Innern der Zellen enthaltenen biologischen Stoffe in das Kulturmedium über, das nach der vorläufigen Verdickung in der Einrichtung 24 in den aeroben Reaktor 13 teilweise zurückkehrt und zur Stimulierung des Wachstums von Mikroorganismen benutzt wird.

Das auf dem Stadium der Reinigung (in der Einrichtung 27) absorbierte Kohlendioxid, das während der Biosynthese entwickelt worden ist, und die es begleitenden Komponenten der abgearbeiteten Gasphase aus dem Kultivierungsstadium im Reaktor 13 sowie das im Verdickery<sup>(Konzentrator)</sup> 24 desorbierte Gas werden mit atmosphärischer Luft vermischt und im Erwärmungssystem des Wärmeaustauschers 6 verbrannt, durch welchen mit Hilfe der Einrichtung 8 zur Rezirkulierung die vergäerte Masse mit einer Periodizität geleitet wird, die von der Veränderung der Temperatur im Gärungsbehälter 5 abhängig ist.

Die gewonnene Biomasse von methanoxidierenden Mikroorganismen, die bis auf eine Konzentration von 180-200 kg ACB/m<sup>3</sup> verdickt ist, wird dem Desintegrator 25 zugeleitet, wo die Bakterienhüllen zerstört werden, wonach das erzeugte Konzentrat in eine Futterabteilung 75 geleitet wird, wo es ins Futter als Eiweisszusatz, vorwiegend in flüssigem Zustand, eingeführt wird.

Die Wirkungsweise der originellen Einrichtungen, die zur Konstruktion der Anlage gehören, ist durch Fig. 2, 3, 4 und 5 erläutert.

In Fig. 2 ist eine Einrichtung zur dosierten Mistzuführung dargestellt. Sie wird sowohl zur Mistzuführung zum Gärungsbehälter 5 wie auch zur Entnahme<aus demselben>der vergärten Masse<sup><></sup>, Zuführung des Filtrats in die Ausfällereinrichtung 18 und Durchpumpung der zu vergärenden Masse durch den Wärmeaustauscher 6 benutzt.



Die Einrichtung arbeitet auf die folgende Weise.

Das beförderte oder dosierte Medium (flüssiger Mist, Kulturflüssigkeit oder Filtrat) füllt die Abschnitte 31, 32 und 33 der Materialleitung, wonach unter der Druckluftwirkung, die am Ausgang des Impulserzeugers 38 entsteht, der Endabschnitt 33 der Materialleitung zusammengedrückt wird, wodurch der Austritt des zu befördernden Mediums verhindert wird.

Im nächsten Augenblick wird der Eingangsabschnitt 31 der Materialleitung unter der Druckluftwirkung am Ausgang der Verzögerungsleitung 35 versperrt, und das gesamte Volumen des zu befördernden Mediums, das die elastische Materialleitung gefüllt hat, ist nun im Zwischenabschnitt 32 eingesperrt. Danach tritt am Ausgang des Impulserzeugers 38 Null auf, der Endabschnitt wird geöffnet, der Zwischenabschnitt 32 aber, der über die Verzögerungsleitung 36 gesteuert wird, wird zusammengedrückt, wobei das in ihm eingeschlossene Medium in Richtung des Endabschnitts 33 ausgestossen wird, der danach unter der Wirkung eines nächsten Druckluftimpulses am Ausgang des Impulserzeugers 38 zusammengedrückt wird, wobei das erwähnte Mediumvolumen aus der Einrichtung befördert wird. Da darauf der Druck in den pneumatischen Kammern der Abschnitte 31, 32 und 33 erneut abfällt, werden die letzteren aufgesperrt, so dass sie nun auf einen nächsten Füllungszyklus der elastischen Materialleitung durch das zu befördernde (zu dosierende) Medium vorbereitet sind.

Der Stallmist wird vor dem Gelangen in den anaeroben mikrobiologischen Reaktor 4 erfindungsgemäss einer Dekompressionsbehandlung unterzogen, die die Erhöhung der Anfälligkeit dieses grobdispersen Mediums für die mikrobielle Zersetzung und die Zuführung einer begleitenden Mikroflora bezweckt, die eine hemmende Wirkung auf die Entwicklung der Arbeitspopulation von methanbildenden Bakterien ausübt.

Gemäss dem Schema der in Fig. 3 dargestellten Einrichtung wird der Stallmist durch das Einlassventil 39 der Dekompressionskammer 40 zugeführt; aus der Rohrleitung 44 wird Biogas zugeleitet. Das letztere bildet sich während der Methanvergärung im Behälter 5 und wird mittels einer Hochdruckpumpe 48 durch das Ventil 45 in die Rohrleitung 44 bzw. durch das Ventil 46 in eine Speicherungsflasche 47 eingedrückt, die zur Speicherung des Biogasüberschusses und zur Gewährleistung der Arbeit der Dekompressionskammer 40 beim Anlassen des anaeroben Reaktors erforderlich ist, wenn Biogas noch nicht entwickelt wird.

Bei Erreichen <sup><></sup> (in der Dekompressionskammer) eines Biogasdruckes, der 50-120 kp/cm<sup>2</sup> gleich ist, wird das Ventil 40 geschlossen <sup>und</sup> das Ablassventil 42 geöffnet, wodurch das Gas- und Flüssigkeitsgemisch durch einen Injektor 43 in den Gärungsbehälter 5 des anaeroben Reaktors eingespritzt wird.

Infolge des abrupten Druckabfalls werden die Mikroorganismen und pflanzlichen Teilchen im Augenblick des Austritts aus der Dekompressionskammer zerstört, wodurch die Anfällig-

keit des Ausgangssubstrats (Ausgangsmists) für die durch die Mikroorganismen der Arbeitspopulation eingeleitete Verarbeitung erheblich gesteigert wird.

Die Kontrolle und Steuerung des Prozesses der anaeroben Vergärung erfolgt mittels der Einrichtung 11, deren Prinzipschema in Fig. 4 dargestellt ist. Mit Hilfe dieser Einrichtung wird automatisches Aufrechterhalten eines solchen Unterdrucks im anaeroben Reaktor gewährleistet, bei dem die Prozessintensität maximal ist. Hierbei ist der Prozessintensität eine Biogasmenge zugeordnet, die in einer Zeiteinheit entwickelt wird.

Die Einrichtung arbeitet auf die folgende Weise. Die zu vergärende Masse wird dem Gärungsbehälter 5 zyklisch

zugeführt, in dem Verhältnisse geschaffen werden, die für die Gewährleistung der Lebenstätigkeit der Methanbakterien erforderlich sind. Mit fortschreitendem Entwickeln des von diesen Bakterien produzierten Biogases aus der zu vergärenden Masse wird es durch ein Druckluftventil 54 einem Druckluftbehälter 50 variablen Volumens zugeleitet, der mit einem gesteuerten Deformator zusammenwirkt. Infolgedessen erfolgt unter gleichzeitigem Umrühren der zu vergärenden Masse eine intensive Ableitung von gasförmigen Metabolismustprodukten, der Methanbakterien, in Gestalt eines methanenthaltenden Gases bei Druckabnahme im Gärungsbehälter von 0 bis -1200 mm WS. Dies führt zur erheblichen Steigerung der Intensität des Gärungsprozesses. Das Vakuum über der zu vergä-

ORIGINAL INSPECTED

renden Masse wird von einem Vakuumesteller 63 eingestellt, der mit einer der Kammern eines Vergleichselementes 62 verbunden ist. Auf diese Weise wird ein proportionaler Luftverbrauch aus der Kraftkammer 51 des Mittels 8 (Fig. 1) zur zwangsweisen Ableitung des entstehenden Biogases aus dem Gärungsbehälter 5 unter Vakuumbedingungen bei vorgeschriebener Vakuumhöhe im Balg 50 je nach dem Einströmen des Biogases erzielt.

Bei Einnahme der oberen Endstellung durch den Balg 50, was dem vollständigen Füllen desselben mit Biogas entspricht, sprechen die Kontakte eines magnetisch gesteuerten Gebers 66 <sup>und</sup> an schaltet sich der Stromkreis eines elektropneumatischen Wandlers 67 und eines Ziffernanzeigers 68 ein. Gleichzeitig wird der Luftdruck einem Trigger 58 eines Taktgenerators 57 zugeführt. Mit Druckzunahme bis auf eine dem Hochstaudruck gleiche Höhe wird der Trigger 58 umgeschaltet. Gleichzeitig werden die Druckluftventile 53, 54, 55, 56 und 61 umgeschaltet. Der zur Deformation des Balges 50 erforderliche Luftdruck gelangt vom Drucksteller 52 in die Kraftkammer 51. Das Biogas aus dem Balg 50 wird durch das Druckluftventil 55 in einen Gasbehälter 64 ausgestossen. In diesem Augenblick unterbindet das Druckluftventil 56 die Zuführung des Überdrucks zum Vergleichselement 16, das Druckluftventil 54 <sup>dagegen</sup> die rückwärtige Zuführung des Biogases zum Speicherungsbehälter 9. Beim Übergang des Balges 50 aus der oberen Endstellung in die untere Stellung werden die

Kontakte des magnetisch gesteuerten Gebers 66 getrennt, wird der elektropneumatische Wandler 67 in den Ausgangszustand umgeschaltet, wobei an seinem Ausgang "0" erscheint.

Nach einer Zeitspanne, die der Füllungszeit des Druckluftbehälters 60 und der Entleerungszeit des Balges 50 gleich ist, wird der Trigger 58 in die Normalstellung umgeschaltet, wodurch die Steuerkammern der Druckluftventile 53, 54, 55, 56 und 61 mit der Atmosphäre verbunden werden. In der Kraftkammer 51 wird der eingestellte Druck eingespeichert, der Speicherungsbehälter 9 wird mit dem Balg 50, die Kraftkammer 51 mit dem Vergleichselement 62 und der Druckluftbehälter 60 mit der Atmosphäre verbunden. Die den Balg 50 und den Gasbehälter 64 verbindende Rohrleitung wird getrennt. Im weiteren wiederholt sich der Zyklus.

Die Zeit der vollständigen Entleerung des Balges 50 wird von der regelbaren Drossel 59 eingestellt.

Diese Einrichtung gestattet, die Intensität des Prozesses der anaeroben Mistverarbeitung dank intensiver Ableitung von Produkten des Bakterienmetabolismus in Gestalt von Biogasbläschen zu erhöhen, die aus der zu vergärenden Flüssigkeit bei Druckabnahme über ihr von 0 bis zu -1200 mm WS austreten.

Ausserdem gestattet diese Einrichtung, eine genaue automatische Kontrolle der Intensität des Vergärungsprozesses zu gewährleisten.

Nach der anaeroben Mistverarbeitung erhält man eine gegorene Masse, die die Gestalt einer kolloidalen Lösung

ORIGINAL INSPECTED

besitzt. Zur Gewährleistung einer hochproduktiven Entwässerung derselben ist das Ausfällen von organischen Kolloiden erforderlich, zu dessen Ausführung die Anwendung von bestehenden Ausfällungsverfahren durch metallenthaltende Koagulanten wegen ihrer Kostspieligkeit und der Verunreinigungsgefahr des Bodens und der Grundwasser durch schädliche Verbindungen unzweckmässig ist.

Daher verwendet man <sup>vorzugsweise</sup> ~~anstatt~~ metallenthaltender Koagulanten eine Ausfällsuspension, die aus Mineraldüngern, und zwar Monoammoniumphosphat  $/\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4/$  - 10% - und Kalziumchlorid  $/\text{CaCl}_2/$  oder Kalk - 10% - besteht. Als flüssige Phase des Dispersionsmediums wird flüssige Mistfraktion verwendet, die aus dem Stallmist während der Trennung abgelöst wird. Hierbei wird die Ausfällösung in einem Verhältnis von 1:1 oder 2:2 (zwei Volumenteile der flüssigen Phase pro zwei Mistteile) in den Stallmist eingeführt, der eine Temperatur von 50-55°C (dies ist die Misttemperatur am Ausgang des Faulbehälters) besitzt, wonach intensiv umgerührt wird, worauf man sie 10-15 min lang abstehen lässt und während dieser Zeit eine rasche Trennung des Gemisches in Fraktionen im Verhältnis von 1:1 erzielt.

Die flüssige Fraktion fließt ab, und der Absatz kommt in die mechanische Trennung.

Nach der Behandlung des Stallmistes nach diesem Verfahren wird die Filtrationszeit ums 10fache und mehr verringert, und es entsteht ein organisch-mineralischer Komplexdünger, der nach N, P, Ca ausbalanciert ist. Ein Aus-

führungsbeispiel des vorliegenden Verfahrens ist durch ein Schema in Fig. 5 erläutert. Gemäss diesem Schema gelangt die vergärte Mistmasse, die eine Temperatur von 55°C besitzt, aus dem Gärungsbehälter 5 in eine Koagulationskammer 71, die mit einem Rührwerk 72 ausgestattet ist und in die durch eine Sperrvorrichtung 70 die vorher vorbereitete Ausfällsuspension im Verhältnis von 1:1 oder 2:2 (zwei Lösungsteile je zwei Mistteile) zugeführt wird. Der auf diese Weise vorbereitete flüssige Stallmist gelangt in die Ausfällkammer 73, wo dessen intensive Entmischung in flüssige Fraktion und Absatz stattfindet; der Absatz wird einer Einrichtung 74 zur Entwässerung und Granulierung desselben zugeführt, und ein Teil der flüssigen Fraktion wird über die Rohrleitung 22 einer Kammer 69 zur Vorbereitung der Ausfällsuspension zugeführt, in die von der Dosiereinrichtung 21 auch Monoammoniumphosphat  $/\text{NH}_4 \text{H}_2\text{PO}_4/$  - 5-15%-und Kalziumchlorid  $/\text{CaCl}_2/$  oder Kalk - 5-15% - zugeführt werden.

Für die Anlassperiode, wenn kein Filtrat des flüssigen Stallmistes gewonnen ist, wird als Dispersionsmedium normales technologisches Wasser verwendet.

Die Ausführung des erfindungs<sup>gemässen</sup> Verfahrens gestattet dank Verkürzung der für die Trennung des Stallmistes in Fraktionen erforderlichen Zeit, die Arbeitsleistung der Trennungseinrichtungen <sup>um</sup> mehr als das 10fache zu erhöhen. Dabei fehlen in der flüssigen Mistfraktion schwebende Teilchen praktisch vollkommen. In Fig. 6 geben die Kurven 1, 2, 3, 4 Abhängigkeiten des natürlichen Absetzens des flüssigen Stallmistes wieder:

ORIGINAL INSPECTED

- 1 - Frischmist;
- 2 - vergärter Stallmist;
- 3 - Frischmist im Gemisch mit der Ausfälllösung;
- 4 - vergärter Stallmist im Gemisch mit der Ausfälllösung.

Zur Konstruktion der Kurven wurden in die Messzylinder je 60 ml des zu untersuchenden Stallmistes eingefüllt, und nach bestimmten Zeitspannen wurde das Volumen des entstehenden Absatzes registriert (in % zum Gesamtvolumen). Aus den angeführten Abhängigkeiten ist ersichtlich, dass zum Ausfällen von 20% des Absatzes im Frischmist etwa 50 Stunden erforderlich waren, wobei der vergärte Stallmist sich praktisch nicht entmischte. Nach der Vermischung des frischen bzw. des vergärten Stallmiste<sup>e</sup> mit der Ausfälllösung bilden sich 50% Absatz in 10-12 min, wonach die Volumenzunahme aufhört, d. h. die Geschwindigkeit des natürlichen Absetzens fast ums 300fache zunimmt, wobei die flüssige Phase gelbliche Farbe besitzt und in ihr schwebende Teilchen fehlen, während im Frischmist die flüssige Phase dunkle Farbe besitzt und im oberen Teil eine *Schicht* vorhanden ist, die aus schwebenden Teilchen besteht. Die Kurven 1, 2, 3, 4 geben Abhängigkeiten der Filtrationsgeschwindigkeit des gleichen Volumens /60 ml/ des zu untersuchenden Stallmistes bei den übrigen gleichen Bedingungen (Temperatur, Unterdruck, Filtrationsfläche, Filterpapier) wieder, aus denen ersichtlich ist, dass der vergärte Stallmist praktisch nicht filtriert wird, während der Frischmist in 14 min um 60% abgefiltert wurde



und die Filtration beendet war. Für die Filtrierung derselben Arten des mit der Ausfällösung vermischten Stallmistes waren 50-60 sek erforderlich, d.h. die Filtrationsgeschwindigkeit nahm proportional der Geschwindigkeit des natürlichen Absetzens zu.

Das aus der vergärten Masse gewonnene Filtrat des flüssigen Stallmistes bedarf keiner Entseuchung, was dessen Einbringen mit Hilfe von Beregnungsanlagen bzw. Anlagen zum Unter-dem-Boden-Einbringen ermöglicht.

Die feste Mistfraktion, die in diesem Fall in Gestalt von kapselierten Granalien mit einer Hülle aus Mineralkomponenten erzeugt wird, stellt einen organisch-mineralischen Komplexdünger dar, der in den Boden mit Hilfe von bekannten, für die Mineraldünger bestimmten Streuern oder lokal bei der Kopfdüngung von Pflanzen eingebracht werden kann. Dabei entfällt praktisch der Bedarf an der Entwicklung von speziellen Maschinen, die ausschliesslich zur Streuung von organischen Düngern bestimmt sind. Der wirtschaftliche Nutzeffekt aus der Anwendung des erfindungs<sup>gemäßen</sup> Verfahrens besteht in beträchtlicher Ertragserhöhung, Erhöhung der Arbeitsleistung der Trennungsvorrichtungen (die eine bedeutende Verringerung des Aufwandes für die Verarbeitung von 1t Stallmist gewährleistet) und in der Reduzierung des für die Streuung von organischen Düngern erforderlichen Maschinenparks.

ORIGINAL DESTROYED

- 49 -  
Leerseite



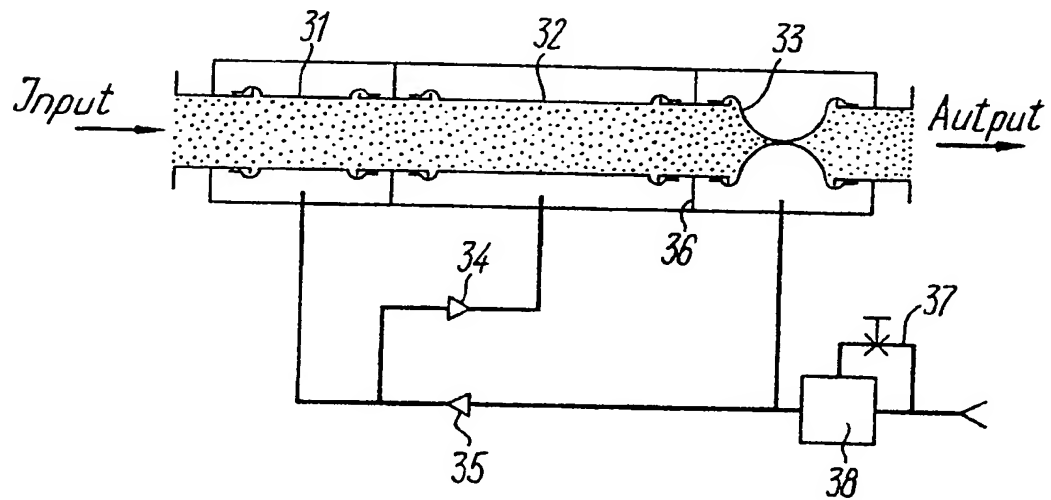


FIG. 2

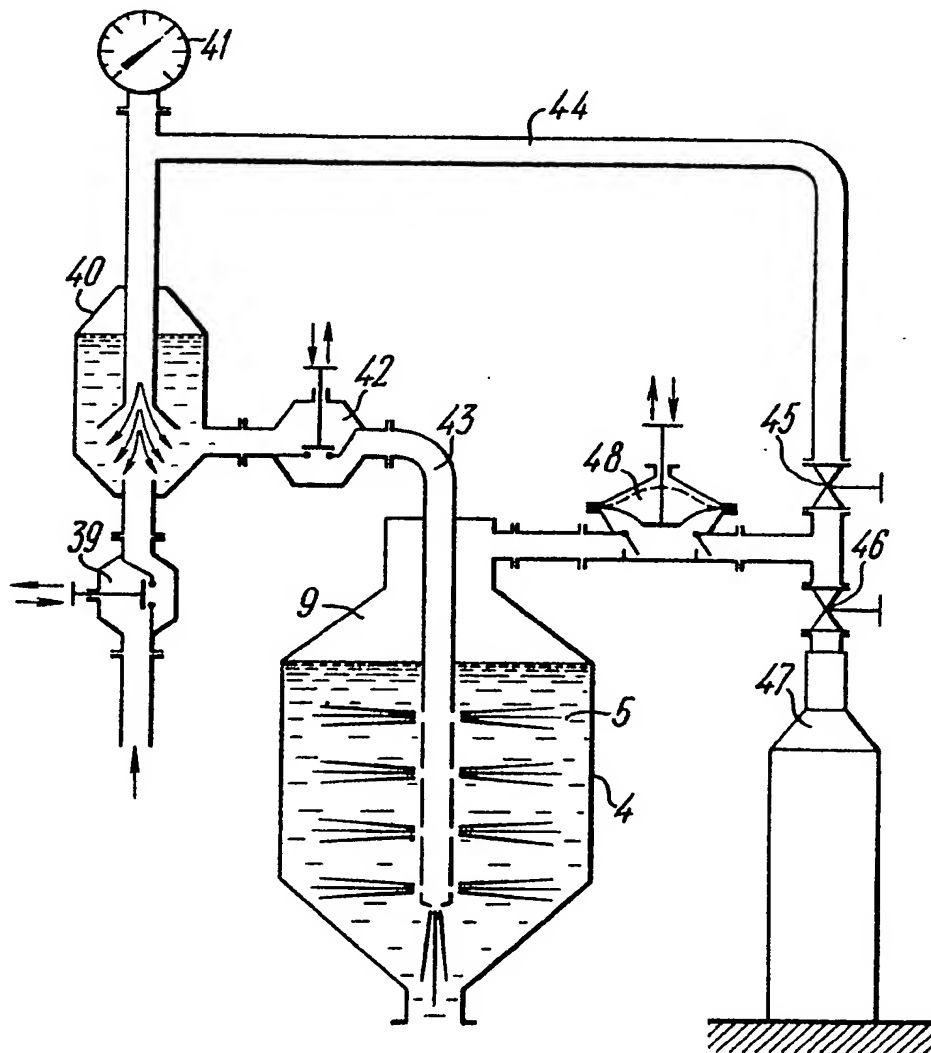


FIG. 3

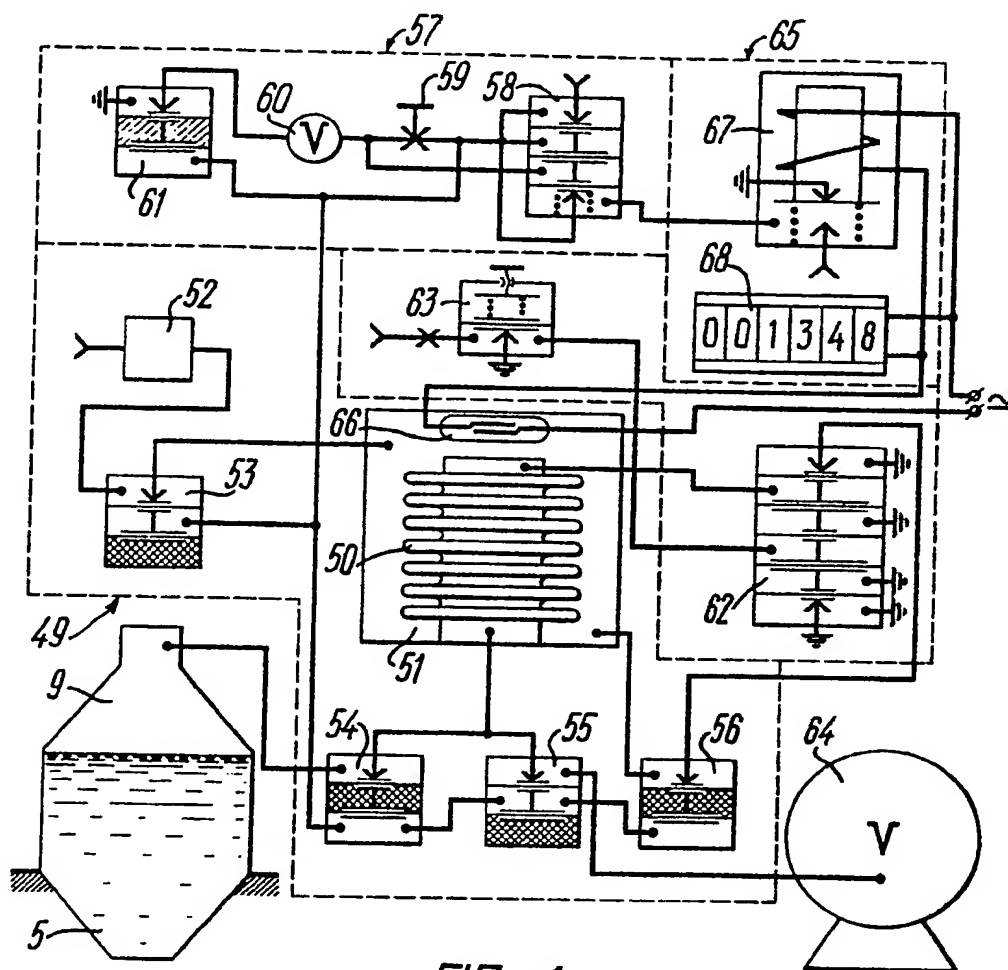


FIG. 4

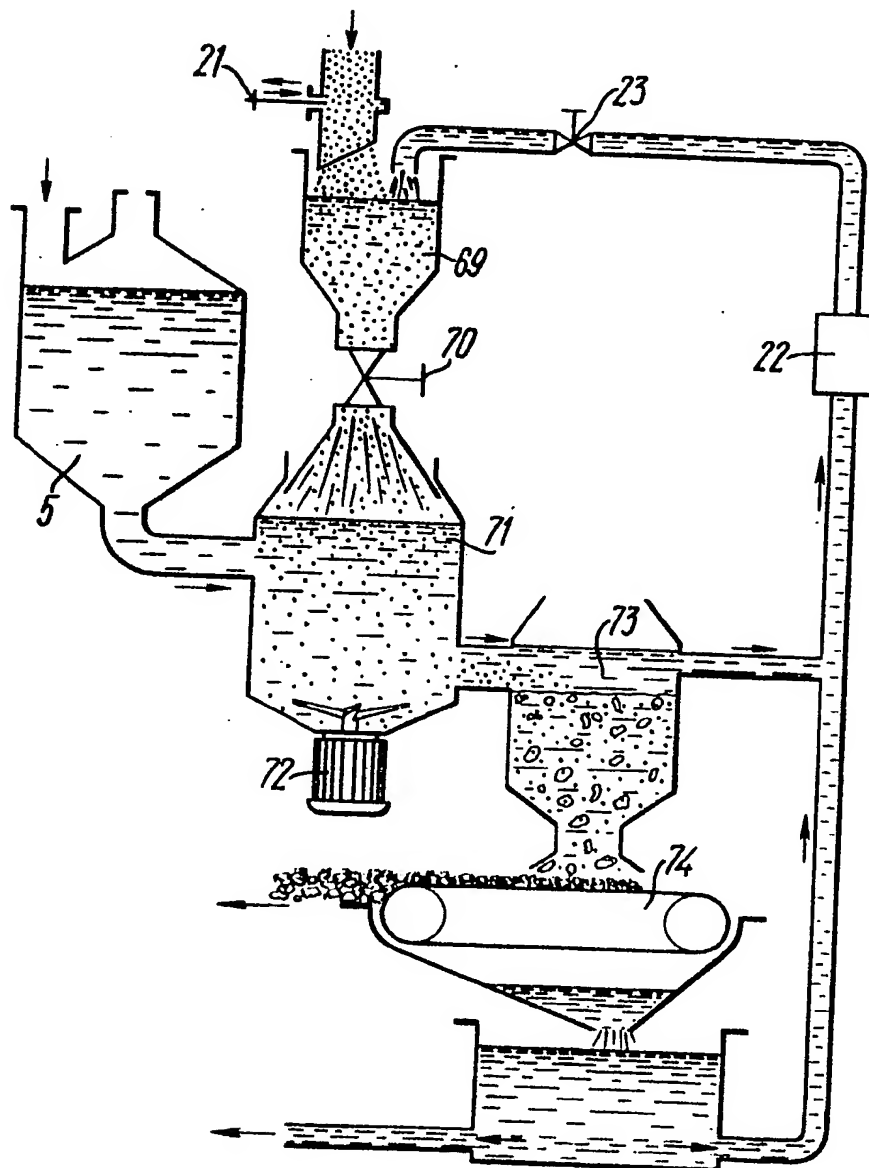


FIG. 5

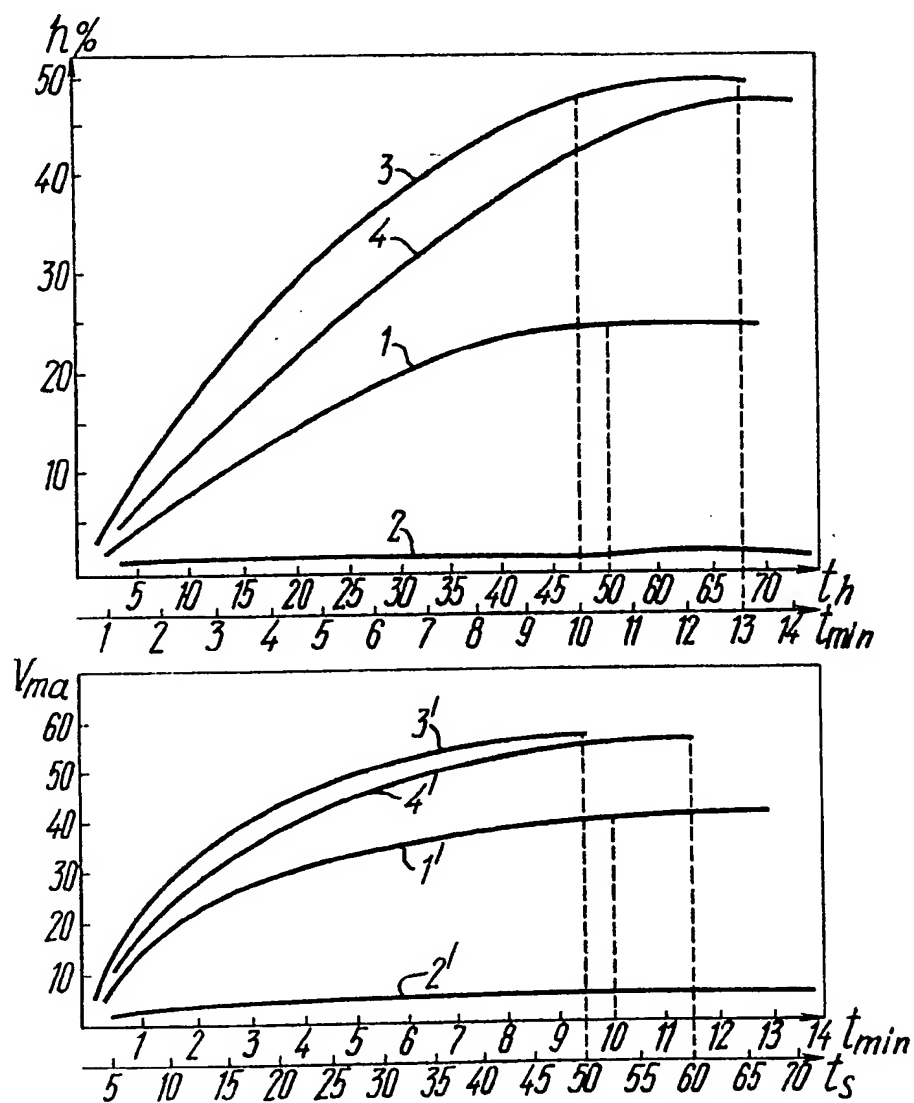


FIG. 6